

Экспериментально-расчетным путем определены характеристики ламп различного типа, учитывающие их влияние на амплитудно-частотную характеристику и дозу фликера в осветительных установках.

УДК 621.327

С. С. Овчинников, докт. тех. наук,

М. М. Таряник, асп.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

## **ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА И ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ВОСПРИЯТИЯ КОЛЕБАНИЙ ОСВЕЩЕННОСТИ**

Колебания и отклонения напряжения в осветительных установках оказывают неблагоприятное воздействие на параметры источников света и зрительные восприятия. Изменения напряжения на зажимах осветительных электроприемников ухудшают условия работы при искусственном освещении и влияют на срок службы ламп. При изменениях освещенности меняются зрительные ощущения человека. Влияние колебаний освещенности определяется амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ), параметры которой определяются свойствами источников света и зрительного анализатора [1,3,5].

В отношении разрядных ламп считается, что изменение светового потока от напряжения питания у них значительно меньше, чем у ламп накаливания, в результате чего допустимые колебания напряжения для них больше [4]. Принято считать [2], что для люминесцентных ламп колебания напряжения сети приводят к смещениям максимума АЧХ по частоте от 8 до 9,9 Гц и максимум снижается до уровня приблизительно 0,5 по сравнению с лампой накаливания. Однако в настоящее время значительно расширился ассортимент разрядных ламп для внутреннего освещения и используются различные по принципу действия пускорегулирующие аппараты. В результате этого использование АЧХ, приводимой для люминесцентных ламп (не указывая конкретно тип лампы и характеристики пускорегулирующих аппаратов) вряд ли является правомерным.

Целью настоящей работы было исследование влияния параметров различных типов современных ламп на зрительные ощущения и восприятие и АЧХ зрительного анализатора при колебаниях напряжения сети в допустимых и предельно допустимых пределах.

Актуальность поставленной задачи определяется вышеизложенным.

Ряд многолетних экспериментальных исследований позволил построить АЧХ зрительного анализатора, принятую международной электротехнической комиссией. Верхний предел частоты колебаний напряжения, влияющих на зрение, с учетом постоянной времени нитей накаливания, составляет примерно 35 Гц при  $\delta U_t = 10\%$ .

При медленных изменениях (отклонениях) напряжения обычно пренебрегают инерционностью ламп и используют статические характеристики, при быстрых – динамические.

Статические характеристики находятся опытным путем при неизменном напряжении во время каждого опыта. При оценке отклонений напряжения требуется совместное рассмотрение, по меньшей мере, двух показателей. Обычно напряжение выражают в относительных единицах от номинального, а статические характеристики аппроксимируют степенными функциями вида

$$\varphi(U) = U^\gamma. \quad (1)$$

Для ламп накаливания общеизвестно:

$$\frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{н}}} = \left( \frac{U_{\text{л}}}{U_{\text{н}}} \right)^{3,6}. \quad (2)$$

Необходимость в динамических моделях возникает при быстрых изменениях напряжения, которые вызывают неблагоприятные воздействия на человека вследствие изменения освещенности рабочего места.

Возможны два способа нахождения АЧХ: эмпирический и путем построения схемы алгоритма. При эмпирическом подходе трудно учесть все факторы, влияющие на исход эксперимента. В связи с этим эмпирические методы имеют ограниченные области применения.

Основными факторами, определяющими реакцию биологических систем на внешние воздействия, являются инерционность, адаптация и утомление.

Адаптация зрения обусловлена инерционными процессами различной природы и имеющими различную постоянную времени. Процессы, связанные с нервно-мышечной реакцией, имеют сравнительно малую инерционность  $\tau_{31}$ , а процессы, обусловленные фотохимическими процессами и диффузией зерен черного пигмента в сетчатой оболочке глаза при яркостях адаптации ниже  $100 \text{ кд/м}^2$ , имеют значительно большую инерционность  $\tau_{32}$ .

Основным звеном в алгоритме расчета зрительного фликер-эффекта (количественная оценка, которая интегрально определяет зрительные восприятия колебаний освещенности) является АЧХ. В работе [2] показано, что АЧХ в этом случае может быть рассчитана по формуле:

$$A'(\omega) = ab\omega \sqrt{\frac{(\tau_{31} + k\tau_{32})^2 + \omega^2(1+k)^2\tau_{31}^2\tau_{32}^2}{(1 + \omega^2\tau_{\text{л}}^2)(1 + \omega^2\tau_{\text{и}}^2)(1 + \omega^2\tau_{31}^2)(1 + \omega^2\tau_{32}^2)}}. \quad (3)$$

АЧХ в относительных единицах:

$$A(\omega) = \frac{A'(\omega)}{A'_{\text{макс}}};$$

$$a = \gamma U_0^{\gamma-1}; b = U_0^{-1} \lg e.$$

Форма и амплитуда этой характеристики определяется следующими параметрами:  $a, b$  – коэффициенты усиления;  $\tau_{31}$  – постоянная инерции "быстрой" адаптации;  $\tau_{32}$  – постоянная инерции "медленной" адаптации;  $\tau_{\text{и}}$  – постоянная времени, которой обладает зрение;  $\tau_{\text{л}}$  – постоянная инерции, которая характеризует инерционность лампы;  $\omega$  – угловая частота;  $\gamma$  – коэффициент.

Так как на условия переадаптации при колебаниях напряжения не влияет постоянная составляющая, то при расчете фликера можно рассматривать линеаризацию зависимости 1-2 как безинерционных элементов с множителями  $a$  и  $b$ , равными угловым коэффициентам нелинейных графиков в точке номинального напряжения ( $\frac{U}{U_{\text{н}}} = 1$ ). Тогда в точке номинального напряжения можно считать, что  $a = \gamma, b = \lg e$ .

В данной работе проанализировано влияние каждого из этих параметров на АЧХ. В области допустимых колебаний напряжения параметр  $a$  может быть принят равным значению показателя степени в уравнении (2), что соответствует линейному представлению зависимости светового потока от напряжения питания.

Для ряда ламп массового применения экспериментально были получены зависимости светового потока от напряжения питания (рис. 1).

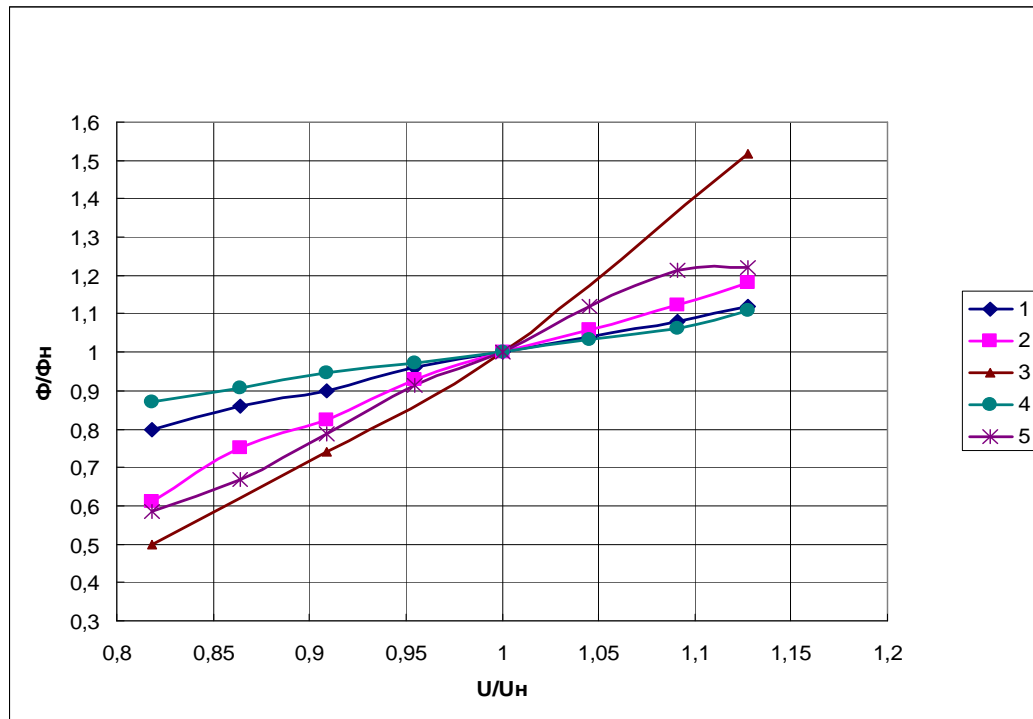


Рис.1. Зависимости светового потока от напряжения питания для различных ламп: 1 – КЛЛ «Промінь», 4 – ЛЛ MAXUS (электронные ПРА); 2 – ЛЛ PHILIPS, 3 – ЛН, 5 – ДНаТ (индуктивные ПРА).

На основе полученных зависимостей были определены коэффициенты  $\gamma$ , значения которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения  $\gamma$  для различных типов ламп.

Интервал по $U_{\text{сети}}$	Тип лампы				
	ЛЛ энергосберегающая MAXUS 1-ESL-020 32 Вт	КЛЛ энергосберегающая «Промінь» 15Вт	ЛЛ PHILIPS TL-D 18 Вт	ДНаТ 250 Вт	ЛН
От 198 В до 220 В	0,68	1,1	1,85	2,3	2,8
От 220 В до 242 В	0,8	0,9	1,4	2,2	4
От 198 В до 242 В	0,74	1	1,625	2,25	3,4

Для этих данных были рассчитаны и построены АЧХ (рис. 2) при значениях

$b = \lg e$ ;  $a = \gamma$ ;  $\tau_{\text{и}} = \tau_{31} = 0,016$  с;  $\tau_{32} = 70$  с;  $k = 0,09$ ; для ламп накаливания  $\tau_{\text{л}} = 0,01$  с; для разрядных  $\tau_{\text{л}} \approx 0$ .

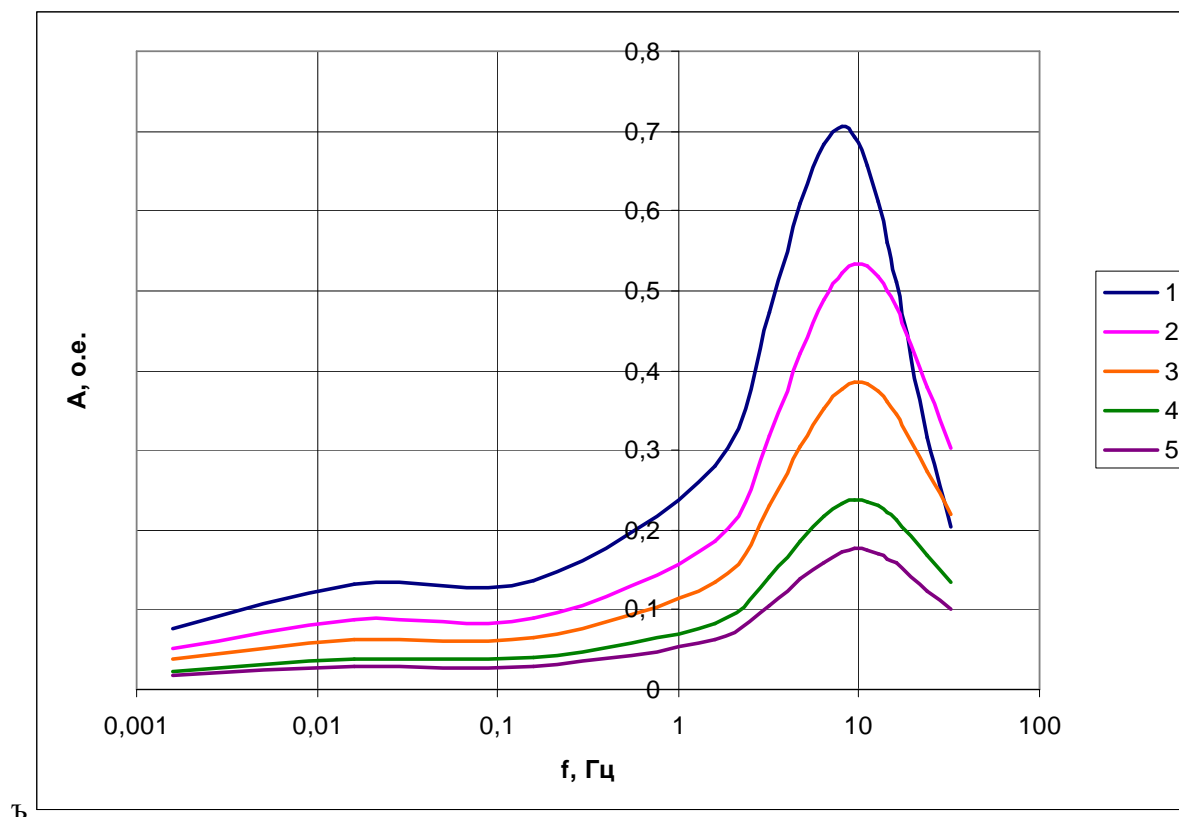
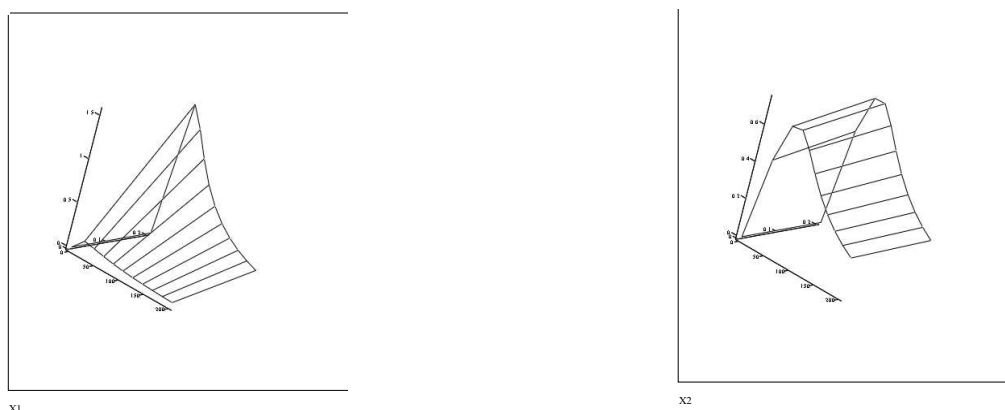


Рисунок 2. АЧХ для разных типов ламп:

1 – ЛН, 2 – ДНаТ, 3 – ЛЛ PHILIPS, 4 – КЛЛ «Промінь», 5 – ЛЛ MAXUS.

Расчеты показали, что в реальных условиях для ламп различного типа положение максимума АЧХ изменяется в пределах от 8 до 9,9 Гц, а его величина изменяется (в относительных единицах) от 1 (для ламп накаливания) до 0,176 (для ЛЛ MAXUS). Из этого следует, что при расчете фликер-эффекта современных источников света следует коэффициент  $\gamma$  определять для каждого типа ламп. Это позволит повысить точность оценки дозы фликера и учитывать это при проектировании и нормировании допустимых колебаний напряжения в осветительных сетях.

Значительное влияние на АЧХ оказывают параметры инерционности зрения [2]. Влияние этих параметров на АЧХ представлено на рис. 3.

Рис. 3. АЧХ при разных значениях  $\tau_3$ : x1 – при  $\tau_{31}$ , x2 – при  $\tau_{32}$ .

Результаты приведенных исследований показали значительное влияние ряда параметров источников света и органа зрения на АЧХ и, следовательно, точность оценки

фликер-эффекта. Определены значения  $\gamma$  для ряда ламп массового применения, позволяющие более точно оценивать дозу фликера в осветительных установках с ними. Необходимо более точно определять параметры органа зрения ( $\tau_{31}$ ,  $\tau_{32}$ ,  $\tau_{и}$ ,  $\tau_{л}$ ,  $k$ ) при расчете дозы фликера, так как они зависят от яркости адаптации, цветовой среды и других характеристик осветительных установок.

### Литература

1. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
2. Шидловский А.К., Куренный Э.Г. Введение в статистическую динамику систем электроснабжения. – К.: Наук. думка, 1984. – 273 с.
3. . Гриб О.Г., Сапрыка А.В., Овчинников С.С., Таряник М.М. Режимы работы осветительных установок и качество электроэнергии // Четвертая Международная научно-практическая конференция „Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века”. – М., 2006. – С. 49-51.
4. Куренный Э.Г., Дмитриева Е.Н., Куренный Д.Э., Цыганкова Н.В. Совершенствование модели фликера // Электричество. – 2003. – №2. – С. 17-23.
5. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Высш. школа, 1979. – 431 с.

---



---

### ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОРОВОГО АНАЛІЗАТОРА ТА ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА НА АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНУ ХАРАКТЕРИСТИКУ СПРІЙНЯТТЯ КОЛИВАНЬ ОСВІТЛЕНОСТІ

С.С. Овчинников М.М. Таряник,

*Експериментально-розрахунковим способом визначені характеристики ламп різного типу, які враховують їх вплив на амплітудно-частотну характеристику та дозу флікера в освітлювальних установках.*

### INFLUENCE OF CHARACTERISTICS OF THE VISUAL ANALYSER AND PARAMETRES OF LIGHT SOURCES ON THE PEAK-FREQUENCY CHARACTERISTICS OF PERCEPTION OF FLUCTUATIONS OF LIGHT EXPOSURE

S.S. Ovchinnikov M.M. Taryanik,

*The experimentally-settlement way defines characteristics of lamps of various type which consider their influence on the peak-frequency characteristic and a dose fliker in lighting inst.*